

<平成26年度助成>

生体へ悪影響を与えない一食あたりの脂質量の検討

奥村 仙示

(徳島大学大学院医歯薬学研究部)

背景と目的

和食がユネスコの世界無形文化遺産に登録され、日本人が世界一長寿な事実からも和食(日本食)は世界的に注目を集めている。意外にも、日本食の明確な数値化された定義はないが、欧米と比較すると日本食は脂質摂取が少ないことは明白である。しかし、日本において食の欧米化が進み、肥満や生活習慣病等の脂質代謝異常を有する人が増加し、健康的な食への関心が強まっている。病院での基本食である常食中の脂質は1日約50g(1食17g)、低脂質食は1日20-30g(1食7-10g)程度で、1食あたりわずか約7-10g(大さじ1杯)の差である。例えば、バーモントカレーは1皿6.8gの脂質を含むが、このわずかな脂質摂取の差が、生体にどのような影響を及ぼすのかを詳細に検討した報告は極めて少ない。

インスリンは食後の血糖値を下げる作用をもつホルモンであり、食後血糖の調節に関与している。グルコースが膵島β細胞に直接作用してインスリン分泌を刺激することは古くから知られている¹⁾。同様に、飽和脂肪酸の多量摂取は glucose-dependent insulinotropic polypeptide (GIP) 値の上昇によりインスリン分泌を招くことやバター摂取がインスリン分泌を増加させることが近年報告された^{2,3)}。インスリンの過分泌はインスリン抵抗性を招き、血糖コントロールへ負の効果を示す。一方、Oral glucose tolerance test (OGTT) に比べ高脂質食では食後血糖・インスリンが低値を示したという報告もあり⁴⁾、脂質がインスリン分泌

を促進させるのか抑制させるのかは明らかになっていない。

脂質を摂取すると、胆嚢収縮後に腸内の胆汁酸濃度が高まり、脂質と胆汁酸は反応し合ってミセルを形成する¹⁾。そこで脂質の負荷量が増加すると胆汁酸必要量も増加すると考えられる。末梢血漿の胆汁酸濃度の食後変化は、少なくともある程度管腔胆汁酸濃度の食後変化を反映するという報告がある⁵⁻⁷⁾。よって脂質負荷量が増加すると末梢血中の胆汁酸濃度が高値を示すと考えられる。

脂質は胃内容物排出を強力に抑制することや食品中の脂質は嗜好性が強いという報告がある⁸⁻¹¹⁾。また、脂質は強い食欲抑制作用を引き起こすが、この作用は経口で摂取されたときのみ発揮され、血液中に投与しても起こらない¹²⁾。そこで、脂質摂取により胃内容排出が遅延することで満腹感が持続し食後の嗜好性に影響を及ぼすことが考えられる。また、過去の報告の試験食は脂質量とともに炭水化物量やたんぱく質量も増減しており、炭水化物量やたんぱく質量を一定にし、脂質負荷量の違いのみが生体反応や嗜好性へ与える影響を検討した報告はない²⁻⁴⁾。

そこで、飽和脂肪酸を多く含むバターを段階的に摂取した後に、血糖値や血清インスリン濃度、また、嗜好性へどのように影響するかを検討することを目的とする。

対象と方法

低脂質食摂取による生体への効果を調べるために、若年健常者8名(男性4名/女性4名)へ負荷

試験を行った。

試験食は、75g 糖負荷試験 (OGTT) (トレーランG 液75g 味の素製薬株式会社) とクラッカー4枚 (12.6g) (プレミアムクラッカー ヤマザキナビスコ株式会社) を基本とし、バター (雪印北海道バター 雪印メグミルク株式会社) を、0g (B0)、10g (B10)、20g (B20)、40g (B40) と段階的に増加させた試験食を準備した。

試験食負荷はクロスオーバー方式にて行った。試験3日前から、アルコール摂取量を1日20g以下に制限した。試験前日は欠食、激しい運動や飲酒を禁止し、18時以降は水 (奥大山の天然水 サントリーフーズ株式会社) と指定の夕食 (サトウのごはん北海道産 サトウ食品工業株式会社、ボンカレーゴールド中辛 大塚食品株式会社)、間食 (プレミアムクラッカー ヤマザキナビスコ株式会社) 以外の摂取を禁止し、18時～19時に夕食を、21時までには間食を摂取した。

試験当日は午前8時15分から30分以上安静状態を保った後、空腹時 (0分) の採血を行った。午前9時00分に試験食を摂取し、摂取開始15、30、60、120分後に静脈より採血し血清を採取した。試験終了まで座位安静、絶飲食、禁煙とした。

測定項目は、血糖値、血清インスリン濃度、血清総胆汁酸濃度とした。また、食後の血糖値、血清インスリン濃度、血清総胆汁酸濃度の変動については、それぞれ上昇曲線下面積 (iAUC) を計算し求めた。なお、基準となる0分値より値が下回る部分の面積はiAUCとして算出しないこととした。

また、各採血を行う直前に視覚的評価法 (VAS) による満腹度調査を行った。質問した項目は、満腹度、満足度、食欲・味覚への欲求として、「満腹感」、「満足感」、「どれだけ食べられるか」、「おいしいものが食べたいか」、「甘いものが食べたいか」、「塩辛いものが食べたいか」、「脂っこいものが食べたいか」の計7項目について調査した。評価用紙には100mm長さの線分とその両端に對極

の2語が記されている。被験者は各時間での感覚に該当する位置に印をつけ、そこまでの距離を測定しVAS評価点とした。

統計処理

値は平均値±標準誤差として示した。すべての統計処理はEZRを用いて、ノンパラメトリック検定の対応のある3群以上の検定 (Friedman 検定) を行い、多重比較としてHolm法を用いた。危険率を0.05として有意判定した。

結 果

1. 血糖値、血清インスリン濃度、血清総胆汁酸濃度の経時変化、iAUCの比較

血糖値は、どのタイムポイントにおいてもB0、B10、B20、B40の試験食の違いによる、差はみられなかった。上昇曲線化面積 (iAUC) においても、各試験食間において有意な差がみられなかった。

同様に、血清インスリン濃度も、どのタイムポイントにおいてもB0、B10、B20、B40の試験食の違いによる、差はみられなかった。iAUCにおいても、各試験食間において有意な差がみられなかった。

血清総胆汁酸濃度も、どのタイムポイントにおいてもB0、B10、B20、B40の試験食の違いによる、差はみられなかった。iAUCにおいても、各試験食間において有意な差がみられなかった。(図1)

2. VAS評価による嗜好性の検討

満腹感 iAUC は、B40は、B0、B10、B20に比し有意に高値を示した。満足感 iAUC は、各試験食間で有意な差はみられなかった。甘いものが食べたいか iAUC B40がB0に比し、有意に低値を示した。もっと食べたいか iAUC は、摂取後に比べ B40 摂取後に有意に高値を示した。おいしいものが食べたいか iAUC、塩辛いものが食べたいか iAUC、脂っこいものが食べたいか iAUC に関しては、各試験食間で有意な差がみられなかった。(図2)

考 察

本研究では、若年健常者においてバターを負荷することによる血清インスリン濃度やVAS試験による満腹度・満足度の変化を検討した。

今回、血糖値、血清インスリン濃度は、各食種間で、有意な差がなかった。高血糖クランプ下の健常者においてバター摂取がインスリン分泌を増加させたという過去の報告があるが³⁾、本結果は対象者が高血糖クランプ状態でない健常者であったため、血糖、インスリン分泌は有意差がなく変動が少ない状態で、バター摂取によるインスリン分泌の増加はみられなかった。飽和脂肪酸を多量摂取するとGIP分泌量が増加しインスリン分泌を招くことが報告されていることから²⁾、GIP分泌量も併せて検討する必要がある。

血糖値は、全ての群で30分に頂値をとったが、血清インスリン濃度は、B0、B10、B20において摂食後30分に頂値をとり、B40は摂取後60分に頂値をとった。脂質は胃排出速度が遅いことが知られている。血糖値の上昇時間には差がなかったことから、脂質含量の違いが、血糖値の上昇とは異なる機序で、インスリン分泌時間へ影響したと考えられる。

血清総胆汁酸濃度も、各試験食間で有意差はみられなかった。過去にラットに高脂質食を16週間与えると、血漿総胆汁酸濃度が上昇したという報告がされているが¹³⁾、脂質の単回摂取を行った本研究では高脂質食であるB40で血清総胆汁酸濃度が統計的に有意に増加しなかった。ただし、8名中2名は、摂食後2時間まで非常に高値を示した。今回の研究では対象人数が少ないことと、その他の詳細なホルモンの検査結果を得られていないので、血清総胆汁酸を分泌する原因を明らかにできなかった。

B40は、バター40gを含む試験食である。通常の一食あたりの脂質摂取量からすると約2倍多

い。本検討では、B40摂取により、血清インスリン頂値の遅延はみられたが、その他の血清インスリン濃度や、血糖値について、群間で差がなく、血清インスリンが過剰に分泌されることはなかった。血糖値や血清インスリン分泌が正常な若年健常者を対象としているため、恒常性が保たれ食品群の差がみられにくかったことも考えられる。しかし、血糖値や血清インスリン濃度に差がなくても、嗜好性には差が示されることから、血糖値が高いということで、単純に満腹度や満足度が高くなるわけではないことが、改めて示された。

満腹度と満足度は、食事の選択に主要な役割を担うため、食嗜好の指標となる因子として扱われている。食後のさらなる食物の摂取を抑えるための感覚である満腹感と比較し、満足感とは食べるのをやめるまでの過程を示す要素が強い。満腹感と満足感の両方が総エネルギー摂取量に影響を及ぼし、食欲をコントロールしている^{11,14)}。VASによる満腹度評価では、B40の満腹度は他の試験食に比べ高値を示したが、満足度では差がなかった。このように、過剰な脂質の摂取は、満腹度を高めるが、満足度を高めるわけではなく、嗜好性の質が下がることが示された。

若年健常者において、バター摂取は、血糖値や血清インスリン濃度に有意な差を示さなかったが、バター40gの脂質過剰摂取は、20g以下の摂取と比較し、満足度に差はなかったが、満腹度を増加させ、もっと食べたいかという欲求を抑制することが示された。

謝 辞

本研究を遂行するにあたり、多大なご支援を賜りました公益財団法人 浦上食品・食文化振興財団に厚く御礼申し上げます。また、研究に従事しました大学生の山口智勢さん、江角遥佳さんに深謝申し上げます。

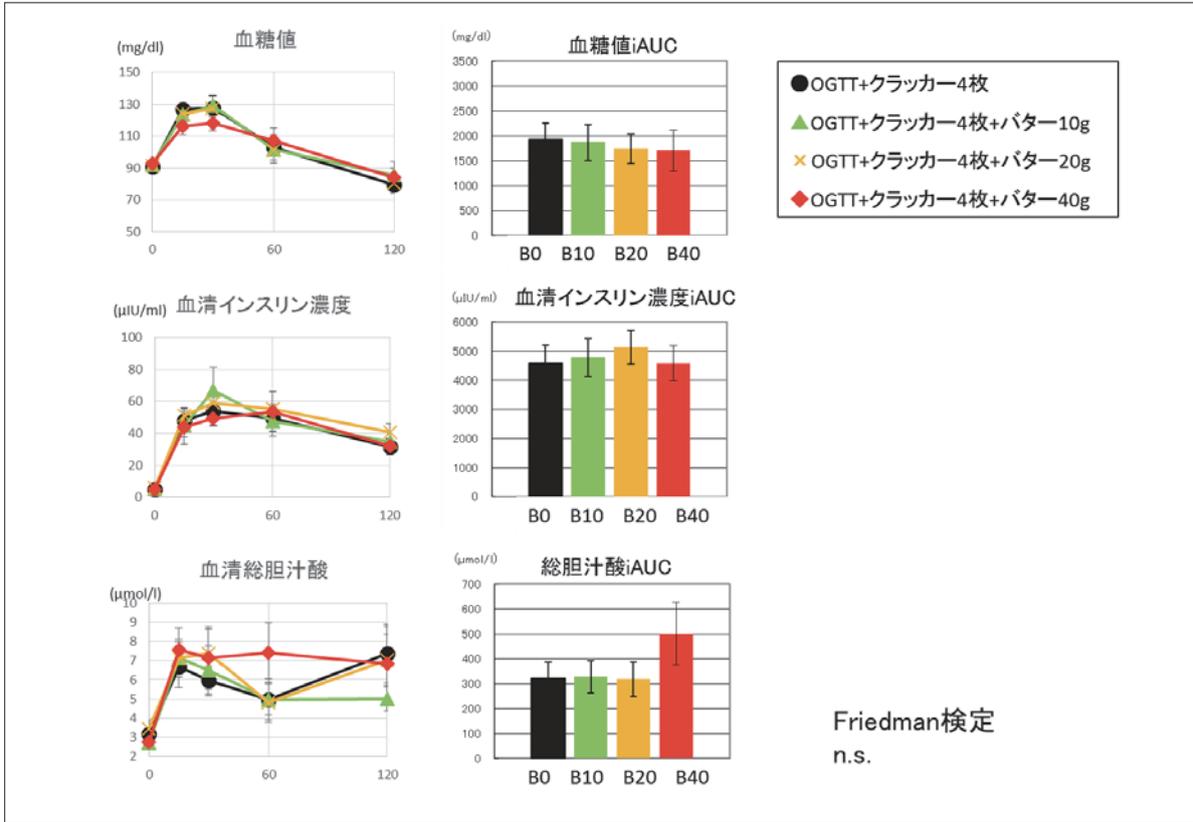


図1 血糖値、血清インスリン濃度、血清胆汁酸濃度の変動

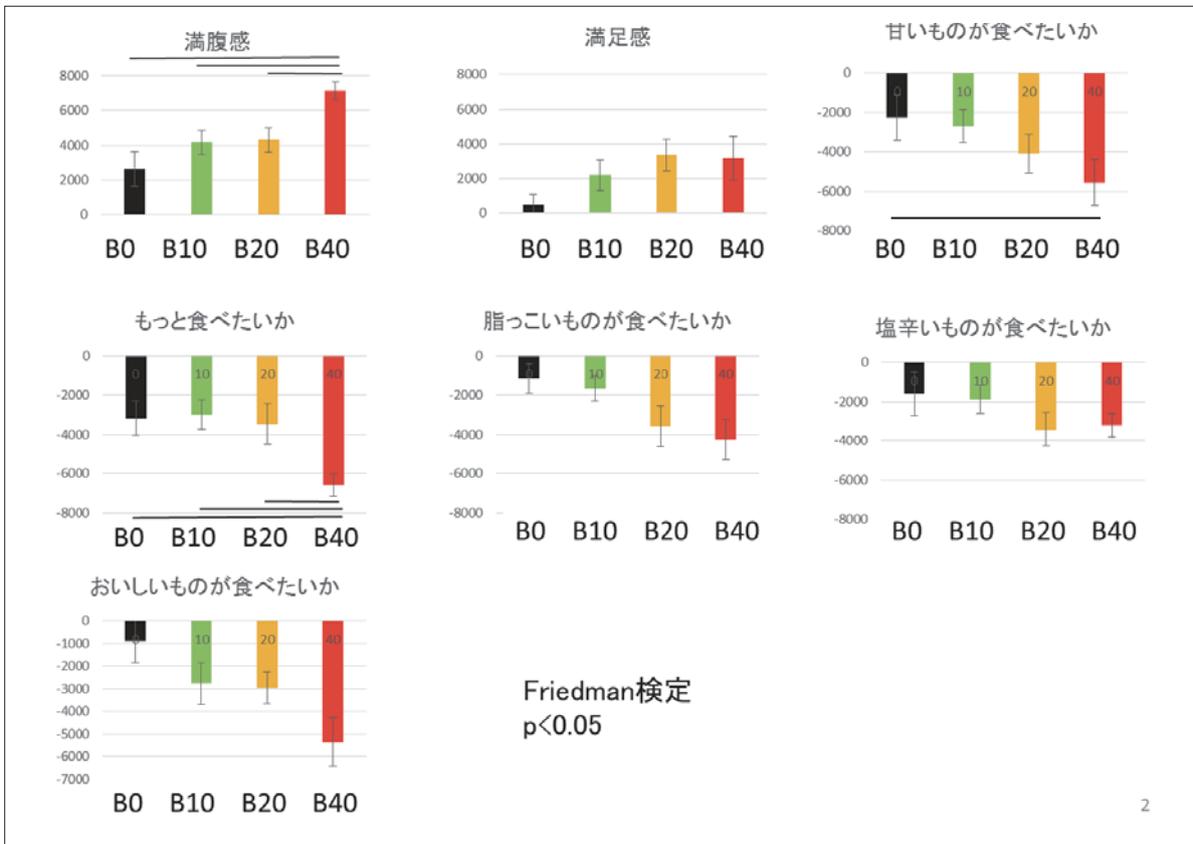


図2 VAS試験による嗜好性の検討 (iAUC)

文献

- 1) 岡田泰伸『ギャノン生理学』原書23版 (2011)
- 2) Itoh, K. *et al.* High saturated fatty acid intake induces insulin secretion by elevating gastric inhibitory polypeptide levels in healthy individuals. *Nutr Res* **34**, 653-660, doi:10.1016/j.nutres.2014.07.013 (2014).
- 3) Carrel, G. *et al.* Contributions of fat and protein to the incretin effect of a mixed meal. *Am J Clin Nutr* **94**, 997-1003 (2011).
- 4) Sonne, D. P., Rehfeld, J. F., Holst, J. J., Vilsbøll, T. & Knop, F. K. Postprandial gallbladder emptying in patients with type 2 diabetes: potential implications for bile-induced secretion of glucagon-like peptide 1. *Eur J Endocrinol* **171**, 407-419, doi:10.1530/EJE-14-0309 (2014).
- 5) Ahlberg, J., Angelin, B., Björkhem, I. & Einarsson, K. Individual bile acids in portal venous and systemic blood serum of fasting man. *Gastroenterology* **73**, 1377-1382 (1977).
- 6) Angelin, B. & Björkhem, I. Postprandial serum bile acids in healthy man. Evidence for differences in absorptive pattern between individual bile acids. *Gut* **18**, 606-609 (1977).
- 7) Angelin, B., Björkhem, I., Einarsson, K. & Ewerth, S. Hepatic uptake of bile acids in man. Fasting and postprandial concentrations of individual bile acids in portal venous and systemic blood serum. *J Clin Invest* **70**, 724-731 (1982).
- 8) Imaizumi, M., Takeda, M. & Fushiki, T. Effects of oil intake in the conditioned place preference test in mice. *Brain Res* **870**, 150-156 (2000).
- 9) Matsumura, S. *et al.* Dietary fat ingestion activates β -endorphin neurons in the hypothalamus. *FEBS Lett* **586**, 1231-1235 (2012).
- 10) Drewnowski, A. Why do we like fat? *J Am Diet Assoc* **97**, S58-S62 (1997).
- 11) Hasler WL. The Physiology of Gastric Motility and Gastric Emptying. In: Yamada T, ed. Textbook of Gastroenterology. 3rd Ed. Philadelphia, PA: Lippincott Williams & Wilkins, 198-202 (1999).
- 12) Welch, I., Saunders, K. & Read, N. W. Effect of ileal and intravenous infusions of fat emulsions on feeding and satiety in human volunteers. *Gastroenterology* **89**, 1293-1297 (1985).
- 13) Suzuki, T. & Hara, H. Dietary fat and bile juice, but not obesity, are responsible for the increase in small intestinal permeability induced through the suppression of tight junction protein expression in LETO and OLETF rats. *Nutr Metab (Lond)* **7**, 19 (2010).
- 14) Zhou B, Yamanaka-Okumura H, Adachi C, Kawakami Y, *et al.* Age-related variations of appetite sensations of fullness and satisfaction with different dietary energy densities in a large, free-living sample of Japanese adults. *J Acad Nutr Diet* **113**:1155-1164 (2013).

Investigation of fat volume per meal does not affect negative influence

Hisami Yamanaka-Okumura

*Department of Clinical Nutrition and Food Management, Institute of Biomedical Sciences
Tokushima University Graduate School*

Abstract

Fats have high palatability but it is high calorie density. A high fat intake results in the generation of excess energy. A randomized, crossover study was conducted to examine the effects of OGTT with different dietary fats on phenotypes and appetite sensations. Eight healthy subjects (four males and four females; mean age, 28.6 ± 1.0 years; BMI, 21.1 ± 0.4 kg/m²) were enrolled. Glucose (75 g)- and cracker-based four test foods (energy, 356 kcal; carbohydrates, 84.1 g; fats, 1.6 g), containing the following butter volumes: 1) 0 g (B0), 2) 10 g (B10), 3) 20 g (B20), and 4) 40 g (B40) were randomly provided to the subjects on each test day. After an overnight fast, venous blood samples were drawn before (0 min) and after (15, 30, 60, and 120 min) the test meal and analyzed for blood glucose, serum insulin, and serum total bile acid levels. There were no significant differences in blood glucose, serum insulin, and serum bile acid levels at any time point or iAUCs among the four groups regardless of the butter volume. Fullness iAUC was higher for B40 than for B0, B10, and B20. However, there were no significant differences in satisfaction iAUC among the four groups regardless of the butter volume. These results show that 40 g butter, which means excess fat intake, did not increase satisfaction compared with less 20 g butter in spite of high fullness.